

DIK RUTIN



LAPORAN KEGIATAN

**PENGUKURAN KINERJA DAN PENDETEKSIAN TERJADINYA
FLOODING PADA ABSORBER UNGGUN ISIAN**

Oleh :

Silviana, ST, MT
Aprilina Purbasari, ST
Suherman, ST, MT

Dibiayai dengan Dana DIK Rutin UNDIP Tahun Anggaran 2003, sesuai dengan
Perjanjian Tugas Pelaksanaan Penelitian Para Dosen UNDIP
Nomor : 02/J07.11/PJJ/KP/2003 tanggal 1 Mei 2003

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
Oktober, 2003**

UPT-PUSTAK-UNDIP

No. Daft: 595 / K / F.T. / .S.I....

**LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR
HASIL PENELITIAN DIK RUTIN**

1. a. Judul Penelitian : Pengukuran Kinerja dan Pendeteksian
Terjadinya *Flooding* Pada Absorber Unggun
Isian
- b. Kategori Penelitian : I/Teknologi
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Silviana, ST, MT
- b. Jenis Kelamin : L/P
- c. Pangkat/Golongan/NIP : Penata Muda / IIIa / 132 281 751
- d. Jabatan fungsional : Pengajar
- f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia
- g. Univ/Inst/Akademi/Sek Tinggi : Universitas Diponegoro Semarang
- g. Bidang Ilmu yang diteliti : Operasi Teknik Kimia
3. Jumlah Anggota Peneliti : 2 Orang
4. Lokasi Penelitian : Laboratorium Operasi Teknik Kimia
Jurusan Teknik Kimia FT UNDIP
6. Jangka Waktu Penelitian : 6 (enam) bulan
7. Biaya yang Dibelanjakan : Rp. 3.000.000,-
(Tiga Juta Rupiah)
-

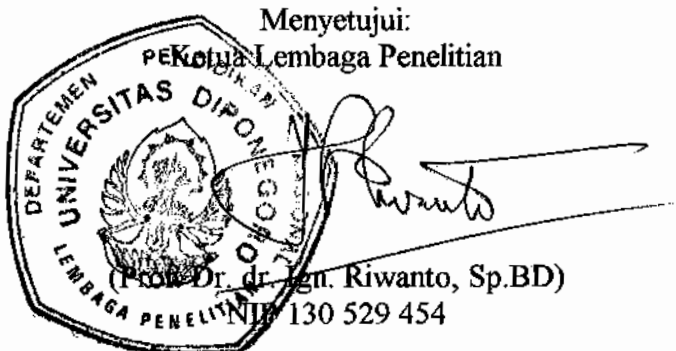


(Ir. Hj. Sri Eko Wahyuni, MS)
NIP. 130 701 053

Semarang, 15 Oktober 2003

Ketua Peneliti,

(Silviana, ST., MT.)
NIP 132 281 751



Menyetujui:

Ketua Lembaga Penelitian

(Prof. Dr. dr. Ign. Riwanto, Sp.BD)
NIP 130 529 454

RINGKASAN

PENGUKURAN KINERJA DAN PENDETEKSIAN TERJADINYA FLOODING PADA ABSORBER UNGGUN ISIAN

Silviana, Aprilina Purbasari dan Suherman
(2003, 18 halaman)

Absorber unggun isian (*packing*) merupakan alat proses yang paling banyak digunakan untuk mengolah gas-gas buang yang berbahaya seperti NO_x , CO_2 , SO_x , NH_3 , gas asam-asam halogen HCl , HF , HBr , gas-gas lepas Cl_2 , Br_2 , MTBE, dan partikulat-partikulat padatan Pb , S , dlsb. Dalam pengoperasiannya seringkali ditemui gejala distribusi aliran tidak seragam (*flow maldistribution*) dan *flooding* (=banjir). Kedua fenomena ini sangat merugikan karena dapat menurunkan kinerja absorber yakni tingkat esifisiensi pemisahannya. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mencari batasan-batasan parameter-parameter operasi dan perancangan absorber yang pada akhirnya kinerja absorber bisa optimal, termasuk dicari metoda untuk mendeteksi terjadinya *flooding*.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Proses Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, dengan terlebih dahulu merancang alat. Gas buang yang diteliti adalah gas karbon dioksida dan dicampur dengan udara. Sebagai absorben digunakan larutan NaOH . Jumlah gas CO_2 terabsorpsi yang dianalisa menggunakan metoda acidi-alkalimetri. Selanjutnya data-data ini digunakan untuk menghitung harga koefisien perpindahan massa gas ke cairan (k_g) menggunakan model yang telah diturunkan dengan metoda numerik runge kutta orde 4 untuk integrasi dan metoda optimasi golden section. Penelitian kinerja diuji dengan merubah variabel-variabel proses seperti; laju alir gas (lt/det) = 0,2 – 1,5; laju alir NaOH (liter/detik) = 0,02 – 0,08; temperatur penyerap ($^{\circ}\text{C}$) = 30 – 60; konsentrasi NaOH (M) = 1 – 3.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *flooding* (pembanjiran) terjadi jika beda tekan yang terukur kondisinya berfluktuatif. Fenomena ini dapat teramati secara langsung dimana sebagian cairan mulai terikut oleh aliran gas sehingga terbawa ke atas dan akhirnya membanjiri bagian atas absorber. Selain itu, fenomena distribusi aliran penyerap yang tidak merata (*flow maldistribution*) juga teramati. Ketidakteraturan ini terjadi baik ke arah aksial maupun ke arah radial. Kebanyakan aliran cairan penyerap mengalir melalui bagian yang mendekati dinding absorber.

Summary

PERFORMANCE MEASUREMENT AND FLOODING DETECTION AT PACKED BED ABSORBER

Silviana, Aprilina Purbasari and Suherman

Packed bed absorber is very greatly used to treat the dangerous waste gases (NO_x , CO_2 , SO_x , NH_3), halogen acid gases (HCl , HF , HBr), flue gas (Cl_2 , Br_2 , MTBE), and solid particulate (Pb , S), etc. The flow maldistribution and flooding is frequently occurred in the operation of packed bed absorber. These phenomena is very complicated and damage, because can decrease the performance of absorber, in the other hand is percentage of gas absorption. Therefore, in this research will to find the limitation of parameter of condition operations and design absorber to know how the flow maldistribution and flooding is occurred.

The firstly of this research is design of instruments in Process Technology Laboratory of Chemical Engineering Department. Mixture of carbon dioxide gas in air is focus of this research, which absorb with sodium hydroxide liquid. The amount of absorbed carbon dioxide is analyzed using acid titration method. In addition, the dates are used to calculate the mass transport coefficient of gas to liquid of mass conservation model. Runge-kutta and golden section is numerical method to solve the mass conservation model. The performance of absorber is tested in variation of conditioning operation; gas flow rate (liter/sec) = 0.2 – 1.5; flow rate of liquid (liter/sec) = 0.02 – 0.08; temperature of liquid ($^{\circ}\text{C}$) = 30 – 60; concentration of liquid (M) = 1 – 3.

The results are shown that flooding is occurred if the measurement of pressure drop is fluctuates. Some of liquid carry over on gases stream up to top of absorber and flood the top section of absorber. Beside that, the flow maldistribution is occurred which liquid stream from the top section is majority near with wall of absorber. The increasing of flow rate, temperature, and concentration of liquid will be raising the mass transport coefficient of gas to liquid. The value of the mass transport coefficient of gas to liquid is 0.02 – 0.14 mol/(cc.atm.hr).

This research needs to develop using pressure drop instrument, which connected with computer. The model must to develop with combined the model of mass conservation, energy conservation, and momentum conservation.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah, kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan penelitian kami yang berjudul; **“Pengukuran Kinerja Dan Pendeteksian Terjadinya *Flooding* Pada Absorber Unggun Isian”** dengan baik.

Laporan ini berisikan hasil-hasil kegiatan penelitian kami mengenai pengolahan limbah gas buangan yang mengandung CO₂ menggunakan alat absorber ungun isian dengan NaOH sebagai cairan penyerap. Laporan ini meliputi Latar Belakang, Tinjauan Pustaka, Metodologi, dan akhirnya hasil dan pembahasan serta kesimpulan.

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro yang telah membiayai penelitian ini melalui Dana Proyek DIK Rutin tahun anggaran 2003. Ucapan terima kasih, kami sampaikan juga kepada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, yang telah memberikan fasilitas bagi terlaksananya penelitian ini.

Akhirnya kami berharap semoga laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan dunia ilmu pengetahuan di Indonesia. Kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk kesempurnaan laporan penelitian ini.

Selain itu kenaikan laju alir, temperatur, dan atau konsentrasi penyerap NaOH, akan menaikkan harga koefisien perpindahan massa gas ke cairan (kg_a). Harga kg_a ini berkisar antara 0,02 – 0,14 mol/(cc.atm.jam).

Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan menggunakan alat ukur beda tekan sistem digital yang terhubung dengan komputer serta menggunakan model matematik yang lebih komprehensif dengan melibatkan persamaan konservasi massa, panas dan momentum secara bersamaan, sehingga fenomena *flooding* dan *flow maldistribution* dapat divisualisasikan dengan komputer.

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

**Dibiayai dengan Dana DIK Rutin UNDIP Tahun Anggaran 2003, sesuai dengan Perjanjian Tugas Pelaksanaan Penelitian Para Dosen UNDIP
Nomor : 02/J07.11/PJJ/KP/2003 tanggal 1 Mei 2003**

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN DAN <i>SUMMARY</i>	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	9
IV. METODE PENELITIAN	10
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	13
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	19

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Model teori film pada absorpsi	3
Gambar 2.2 Konfigurasi absorber-stripper	4
Gambar 2.3 Elemen bidang kontak	5
Gambar 2.4 Profil porositas unggun ke arah radial pada sistem unggun tetap	8
Gambar 4.1 Rangkaian alat percobaan	10
Gambar 5.1 Beda tekan operasi pada berbagai laju alir gas	13
Gambar 5.2 Pengaruh laju alir penyerap terhadap harga kg_a	15
Gambar 5.3 Pengaruh konsentrasi penyerap	16

DAFTAR LAMPIRAN

Riwayat Hidup Peneliti

Halaman
19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Hasil lain dari kegiatan industri adalah dilepasnya gas-gas buang yang menimbulkan pencemaran udara. Gas-gas ini pada umumnya mengandung senyawa-senyawa beracun, berbau, dan mengandung partikulat-partikulat padatan yang sangat membahayakan lingkungan hidup sekitarnya. Selain dapat menimbulkan berbagai macam penyakit, juga dapat menimbulkan kematian. Beberapa jenis gas buang yang sangat membahayakan adalah NO_x , CO_2 , SO_x , NH_3 , gas asam-asam halogen seperti HCl , HF , HBr , gas-gas lepas seperti Cl_2 , Br_2 , MTBE, partikulat-partikulat padatan seperti Pb , S , dlsb (Treyball, 1987).

Alat proses yang paling banyak digunakan untuk mengolah gas buang ini adalah absorber. Absorber merupakan alat yang melangsungkan proses pengkontakan antara gas-gas polutan dengan suatu cairan penyerap, sehingga terjadi penyerapan senyawa-senyawa berbahaya yang terkandung di dalam gas tersebut, berpindah ke badan cairan penyerap (Treyball, 1987). Jenis absorber yang paling banyak digunakan adalah Absorber Unggun Isian (*Packed Bed Absorber*). Absorber ungun isian lebih unggul dibandingkan absorber jenis tray, yakni memiliki efisiensi pemisahan yang jauh lebih besar untuk tinggi ekuivalen perancangan yang sama. Selain itu, absorber ungun isian dioperasikan pada beda tekan yang lebih rendah untuk tingkat pemisahan yang sama, sehingga biaya pengoperasinya lebih murah (Geankoplis, 1983).

Absorber ini berisikan isian (*packing*) yang bentuknya sama, dan pada umumnya tahan terhadap korosi, namun susunan tumpukannya tidak dapat seragam (Szekely, 1975). Akibatnya, seringkali terjadi distribusi aliran tidak seragam (*flow maldistribution*) dan *flooding* (=banjir). Kedua fenomena ini sangat merugikan karena dapat menurunkan kinerja absorber yakni tingkat efisiensi pemisahannya. Sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mencari batasan-batasan parameter-parameter operasi dan perancangan absorber yang pada akhirnya kinerja absorber bisa optimal. Selain itu, perlu juga dicari metoda untuk mendeteksi terjadinya *flooding* (Chen, 2002).

1.2 Perumusan Masalah

Pada penelitian ini, gas buang yang diteliti adalah gas karbon dioksida yang merupakan gas buangan industri yang paling banyak mencemari lingkungan dan menimbulkan efek pemanasan global. Gas ini banyak dihasilkan dari kegiatan industri-industri pembangkit tenaga yang menggunakan bahan bakar fosil, industri produksi baja, industri petrokimia, semen, dll. Gas buang ini dapat dihilangkan melalui proses absorpsi fisika maupun kimia. Namun pada perkembangannya, absorpsi kimia lebih banyak digunakan karena kecepatan perpindahannya yang besar.

Beberapa kegiatan penelitian dalam upaya meningkatkan kinerja absorber telah banyak dilakukan sebelumnya. Peningkatan ini lebih banyak dilakukan pada pencarian kondisi operasi yang optimal, misalnya meningkatkan laju alir penyerap, konsentrasi larutan penyerap, tinggi unggun dan waktu operasi (Treyball, 1983). Namun untuk meneliti fenomena *flooding* masih sedikit sekali. Padahal pada laju mulai terjadinya *flooding*, penyerapan gas paling optimal. Sehingga pada penelitian ini, lebih banyak ditujukan untuk mendeteksi mulai terjadinya *flooding* untuk kemudian diukur kinerjanya absorber, selain mengukur kinerja absorber berdasarkan jumlah gas CO₂ yang terabsorpsi.

Untuk itu, dalam penelitian ini akan dirancang seperangkat alat unit absorpsi lengkap dengan metoda pendeteksian terjadinya *flooding*. Pendeteksian dilakukan dengan mengukur fluktuasi beda tekan yang terjadi menggunakan manometer pipa U. Kemudian kinerja absorber dihitung dengan mengukur gas karbondioksida yang terabsorpsi.